



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

*Prohloubení odborné spolupráce a propojení ústavů lékařské biofyziky na
lékařských fakultách v České republice
CZ.1.07/2.4.00/17.0058*

**Co by mohl (budoucí) lékař vědět
o materiálech tkáňových výztuží či náhrad**

20. března 2012

Ústav lékařské biofyziky Lékařské fakulty UK v Hradci Králové

Nitinol, vlastnosti a medicínské aplikace

Jiří Záhora, Josef Hanuš, Aleš Bezrouk

1953

1. V rámci vývoje rakety Polaris A-1 se v U.S. Naval Ordnance Laboratory hledá slitina pro příď (dr. William Buehler)
2. Dr. Harold Margolin z New York University publikoval několik studií o fázových přeměnách slitin niklu a titanu



1959

- 1. Kombinace niklu a titanu - extrémní odolnost proti únavě, tepelnému a rázovému mechanickému namáhání**
- 2. Zaveden název NITINOL = Nickel Titanium Naval Ordnance Laboratory**

1959

- 1. Náhodný objev náhlé změny akustických vlastností (tlumení) při překročení určité teploty (Buehler)**
- 2. Zkoumají se další jevy:**
 - změna textury leštěného povrchu
 - zmenšení velikosti mikrovrypů
- 3. => Důkazy změny atomové struktury při téměř pokojové teplotě**

1961

1. Náhodný objev teplem indukované tvarové paměti

poprvé zmíněna 1932 u slitiny zlato-kadmium

2. Dr. Frederic Wang – objasňuje princip tvarové paměti:

V1



V2



V3

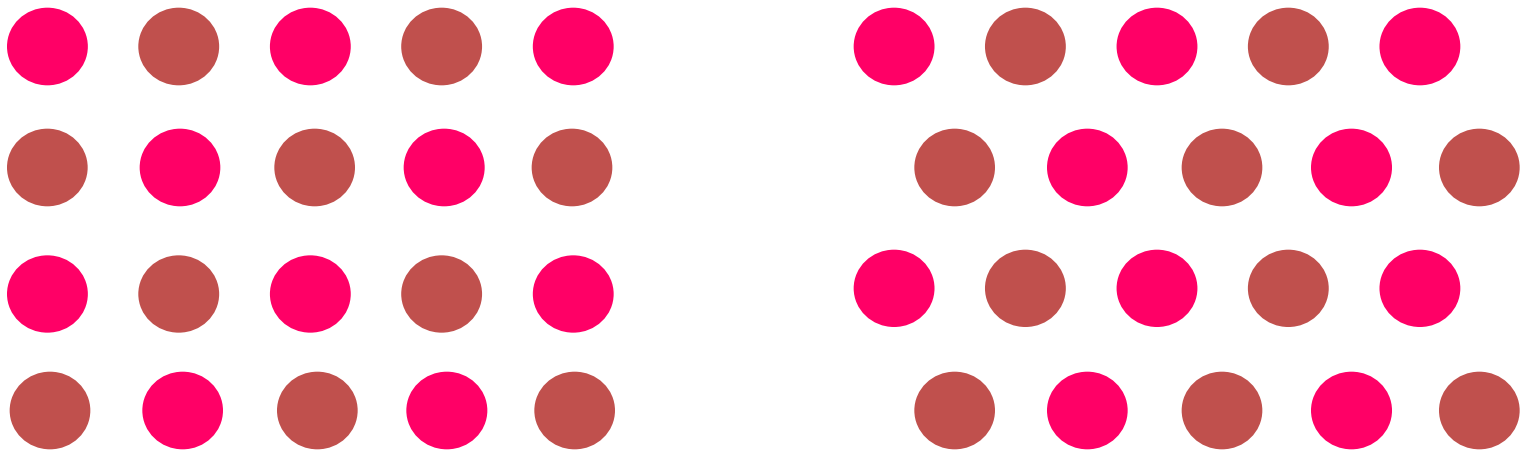


Struktury

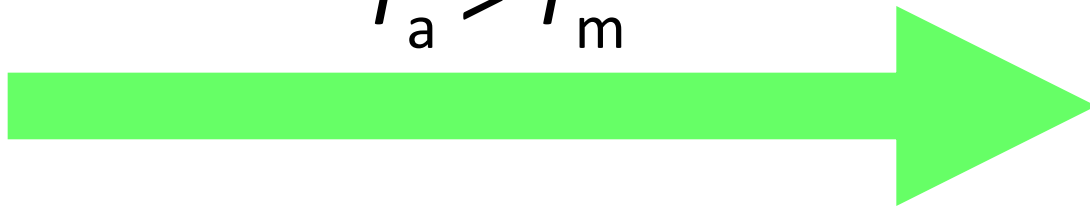


1. Austenit – kubická mřížka, Sir William Chandler Roberts-Austen (1843-1902)
2. Martensit – rovnoběžnostěny, Adolf Martens (1850-1914)
3. Martensitická transformace – bezdifuzní, atomy se pohybují o menší vzdálenost než je vzdálenost nejbližších atomů

Změna struktury



$$T_a > T_m$$

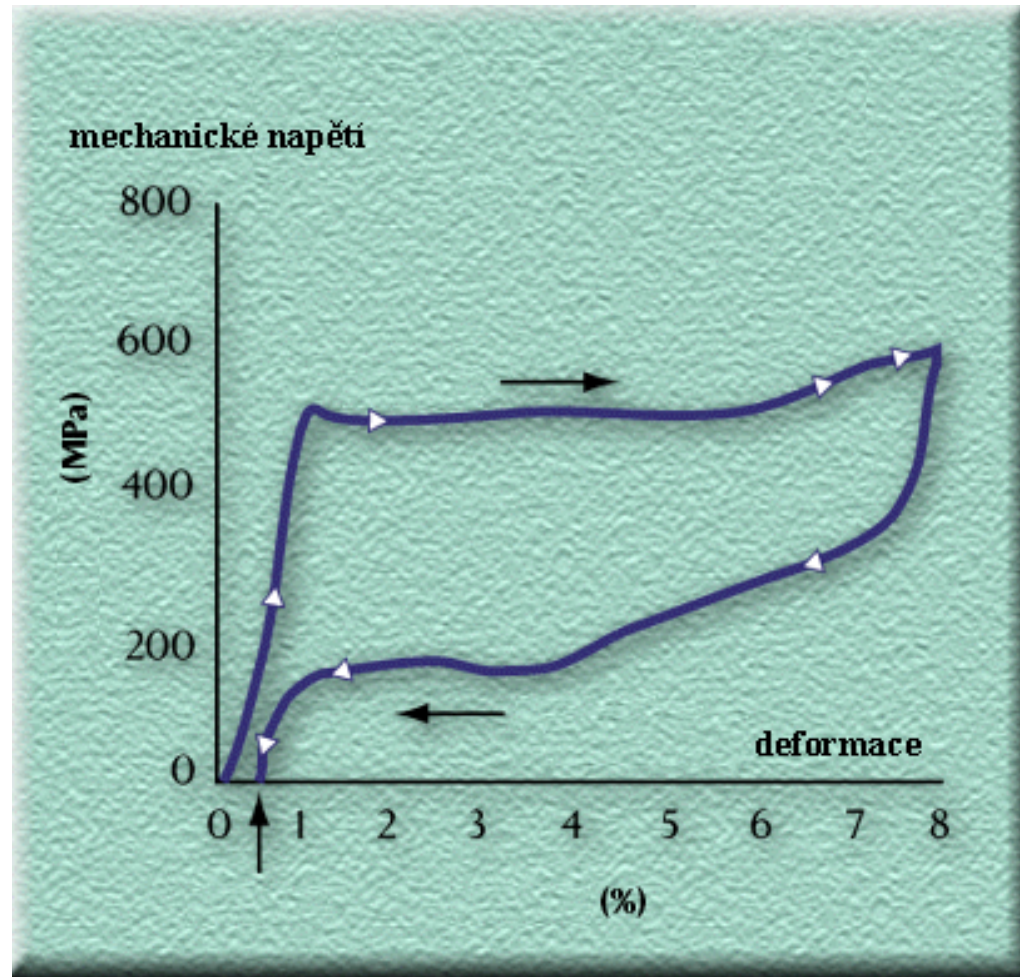


Fázová transformace a tvarová paměť

1. Průběh:

1. Etapa: ochlazení, martensitická transformace
2. Etapa: deformace
3. Etapa: změna variant martensitu, zrníčka vzájemnou polohu nemění
4. Etapa: ohřátí, návrat do austenitu

Hystereze



Důsledky fázové transformace

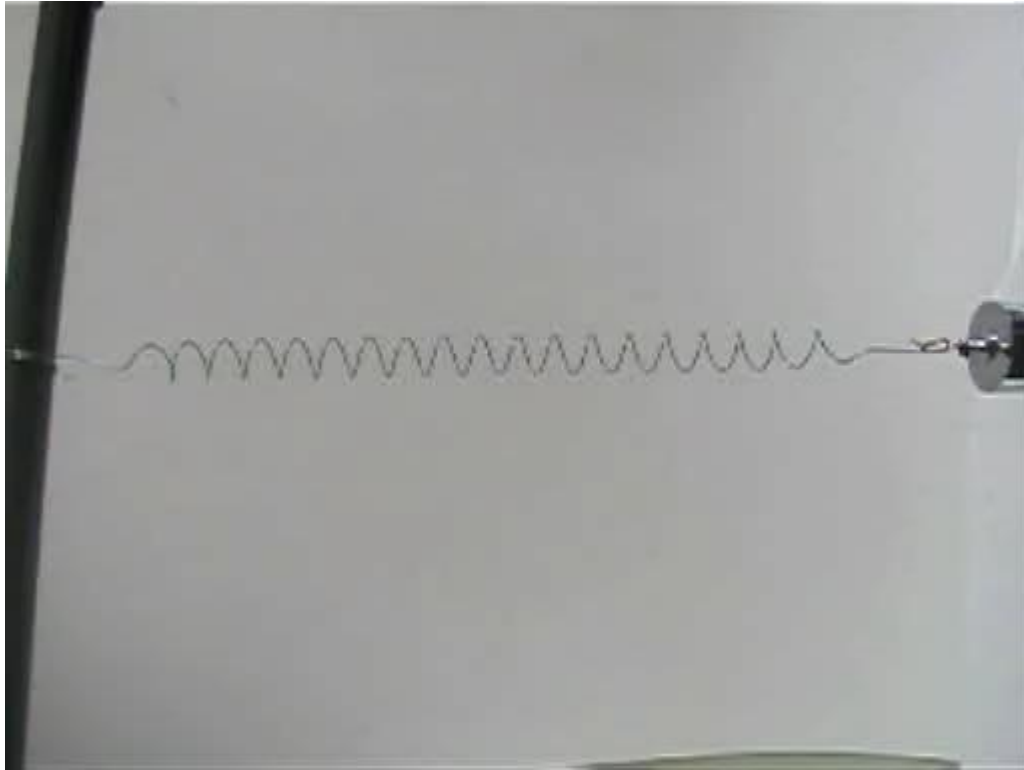
1. Zvětší se ($M \rightarrow A$):

1. **Youngův modul pružnosti**
2. **Mez průtažnosti**
3. **Tepelná vodivost**
4. **Koeficient tepelné délkové roztažnosti**
5. **Elektrický odpor**

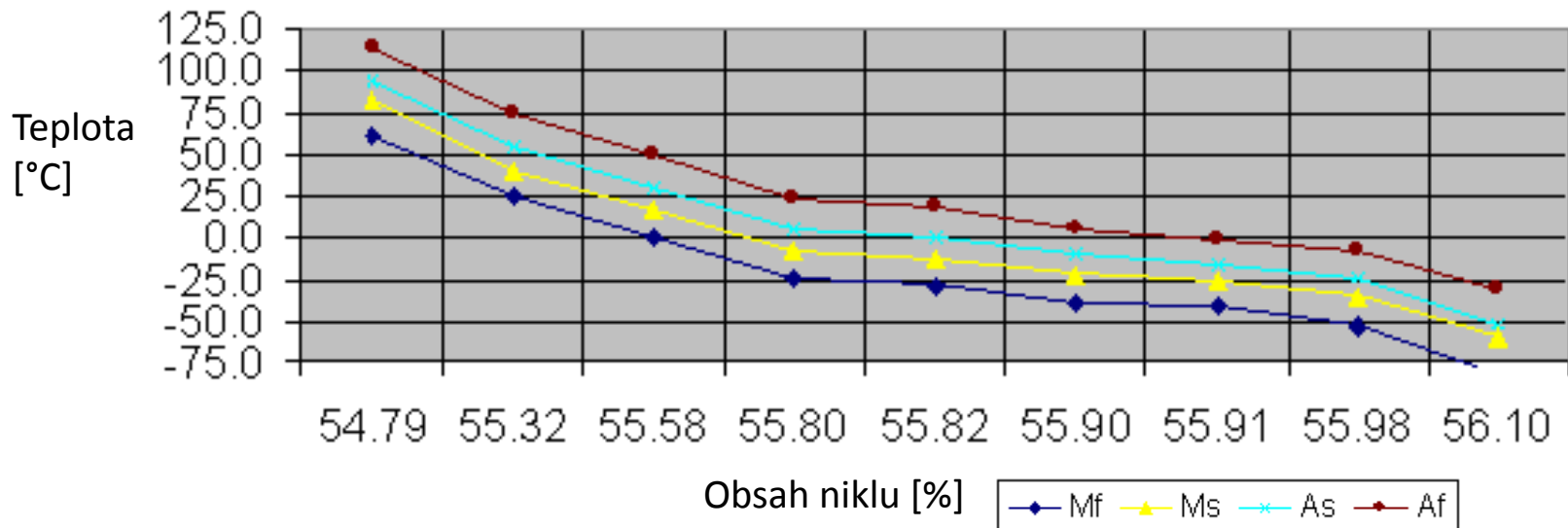
2. Zmenší se ($M \rightarrow A$):

1. **Rozměry**





Teplota transformace



Superelasticitá

1. Při teplotě „mírně“ větší než je teplota transformace
2. Teplota transformace roste při zatížení
3. Větší zátěž → vyšší teplota transformace → martensitická transformace → klesá tuhost → v určitém rozsahu zátěže (deformace) je síla konstantní.

Vlastnosti

1. Superelastický (za určitých podmínek)
2. Tvarová paměť (8%)
3. Velká transformační síla (170 N/mm²)
4. Biokompatibilní, extrémně odolný proti korozi
5. Pevný (mez průtažnosti až 700 MPa)
6. Ohebný, tažný (25%)
7. Velká životnost
8. Tepelná odolnost

1980 - Širší komerční využití

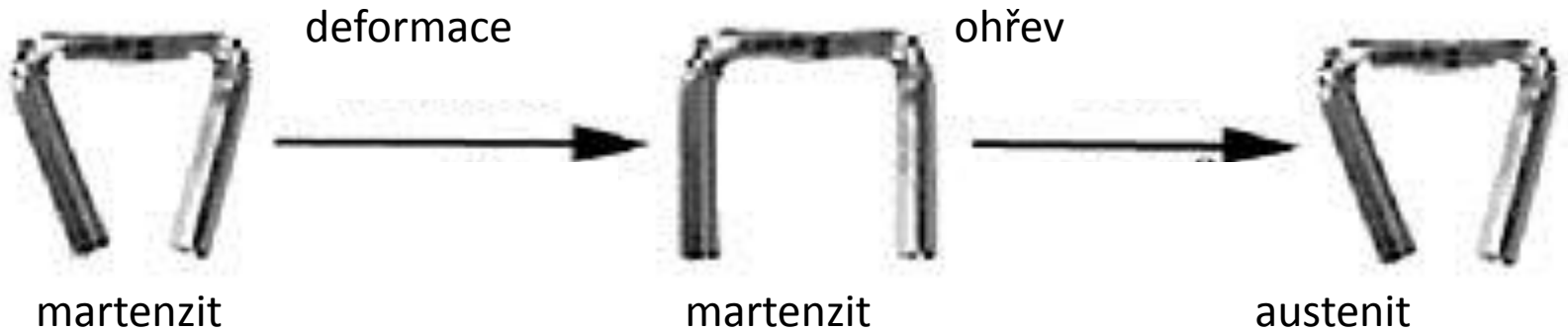
ORTOPEDIE

Svorky k osteosyntéze

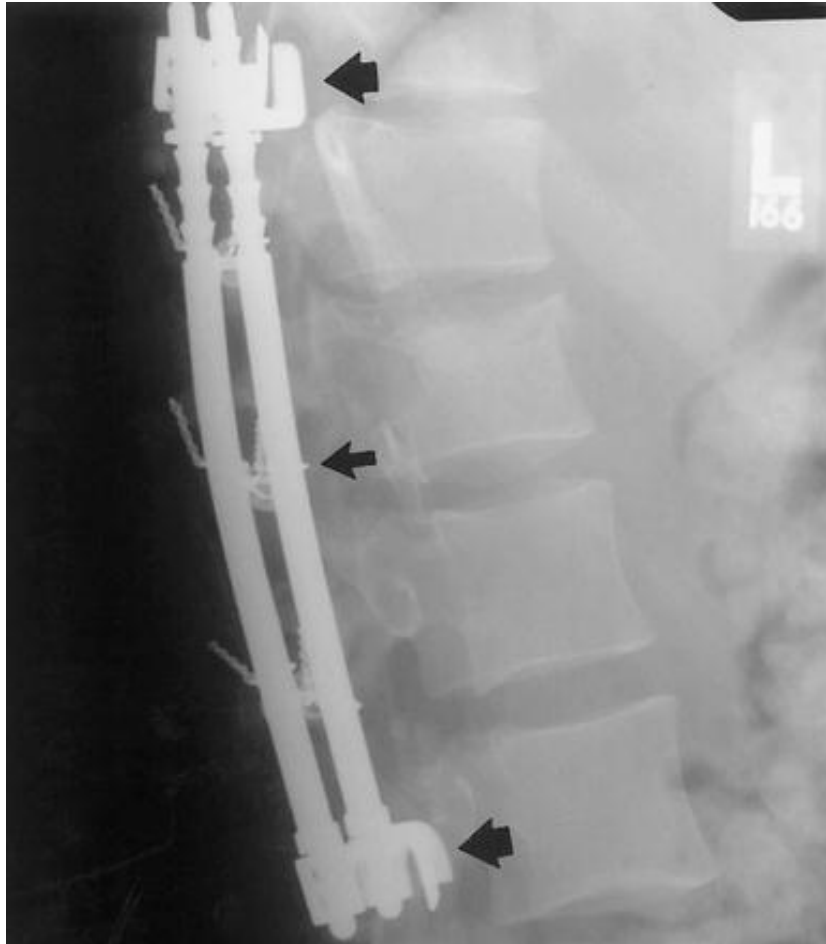
-vyrobený tvar
svorky

- předdeformovaný tvar
svorky pro zavedení

-konečný tvar
po zavedení

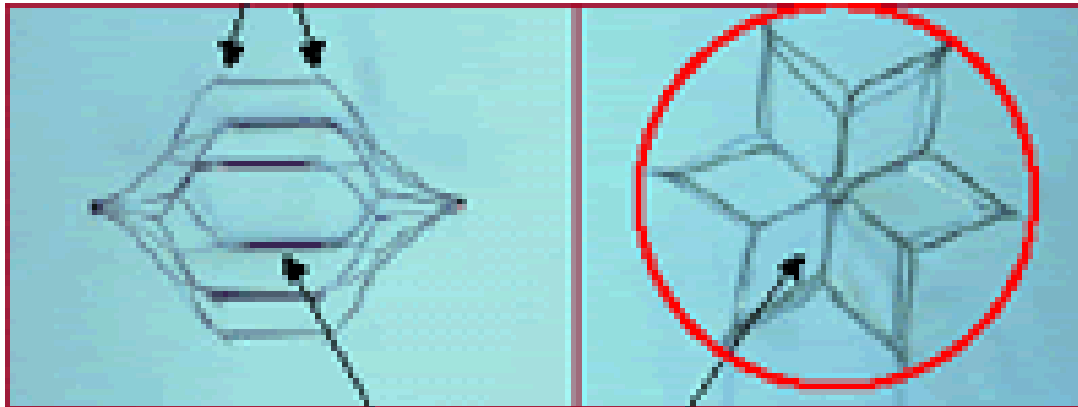
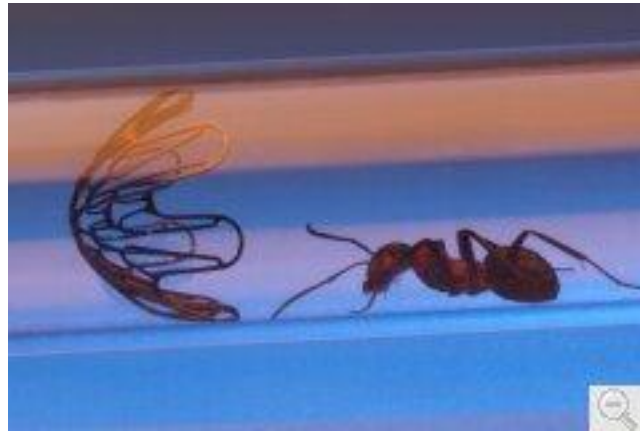
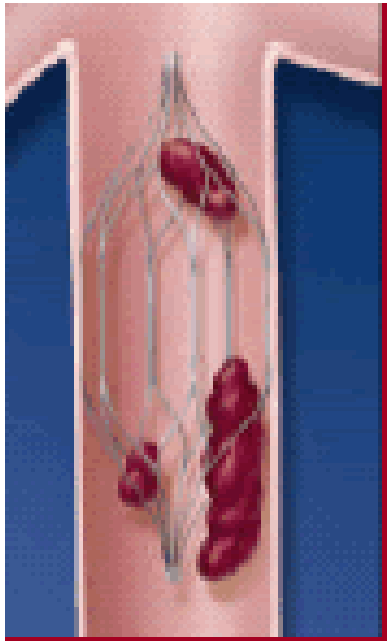


ORTOPEDIE

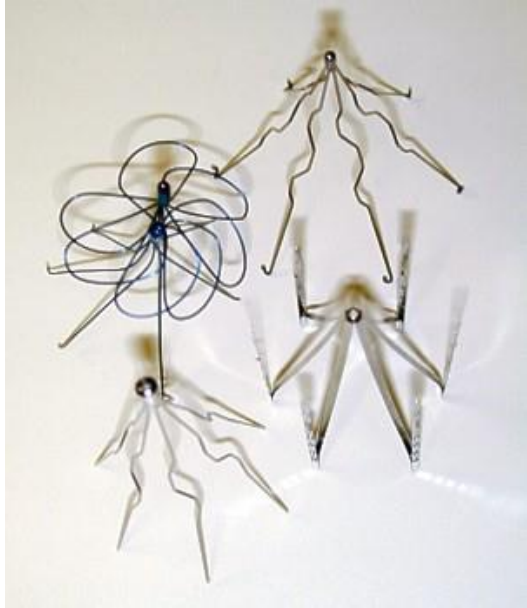
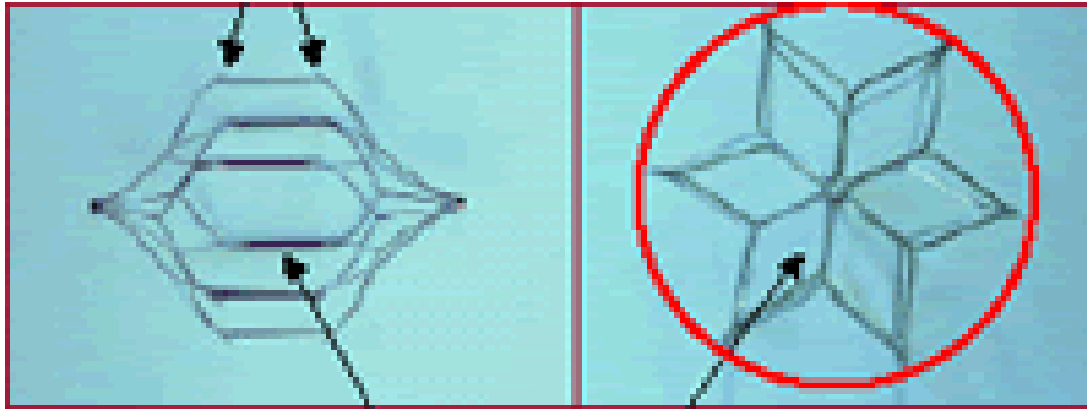
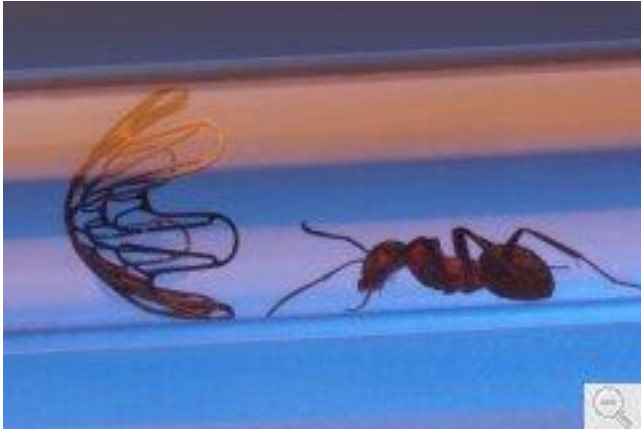




FILTRY



FILTRY



VÝZTUŽE - STENTY

Typy stentů:

pletené z drátu

vyřezávané z trubičky (laserem)

VÝHODY:

Výborná tvarová
přizpůsobivost

Minimální axiální
deformace

SX (self-expandable)

Malý rozměr

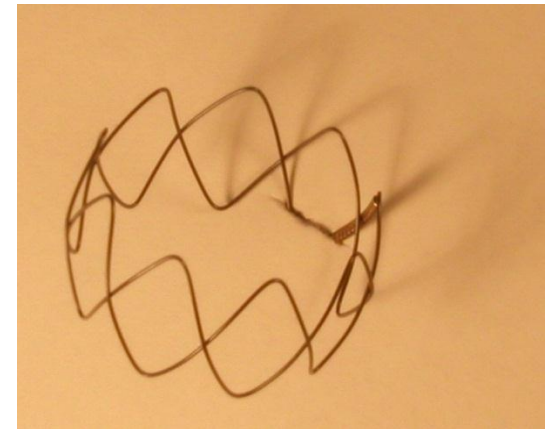
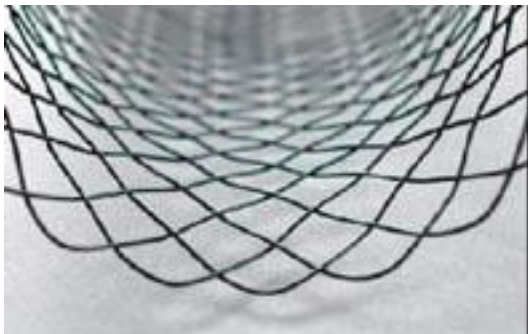
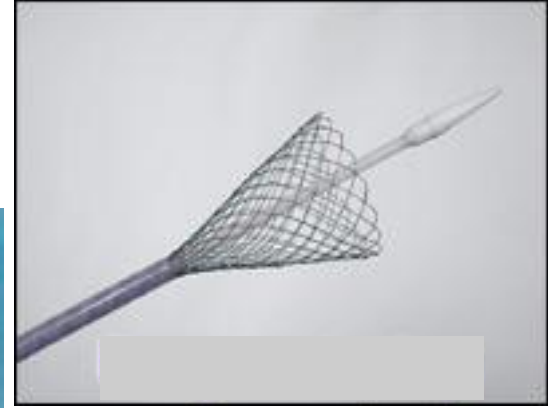
NEVÝHODY:

Velká axiální deformace

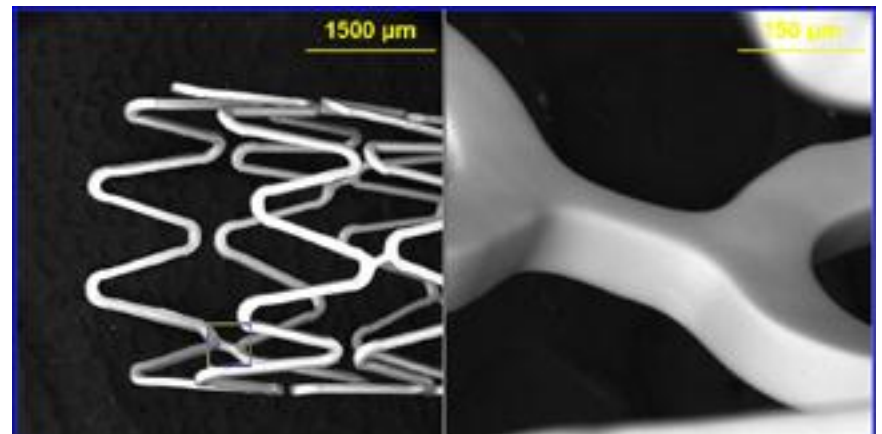
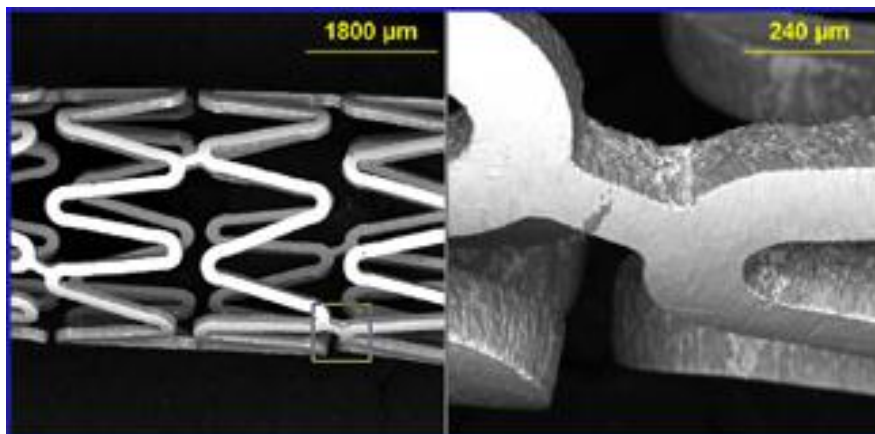
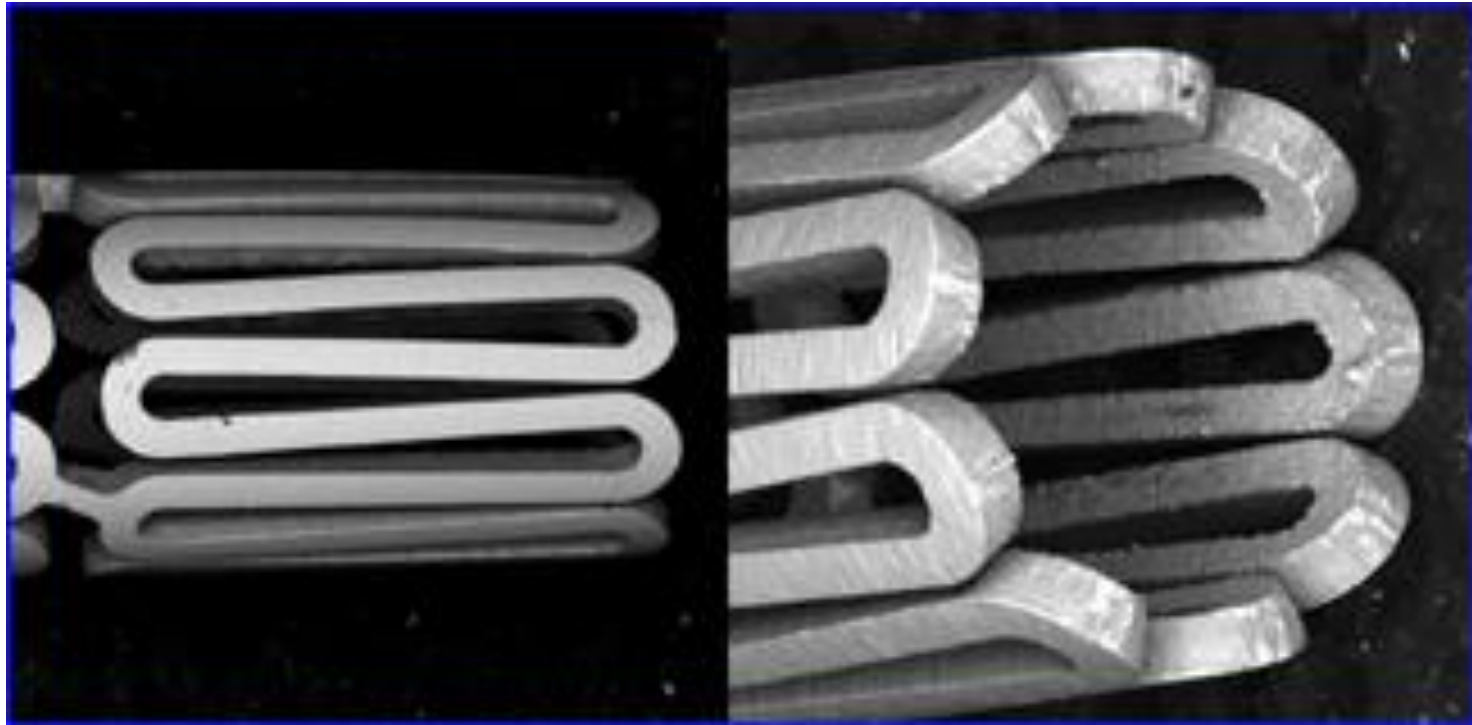
Menší tvarová
přizpůsobivost

BX (balloon-expandable)

Pletené stenty

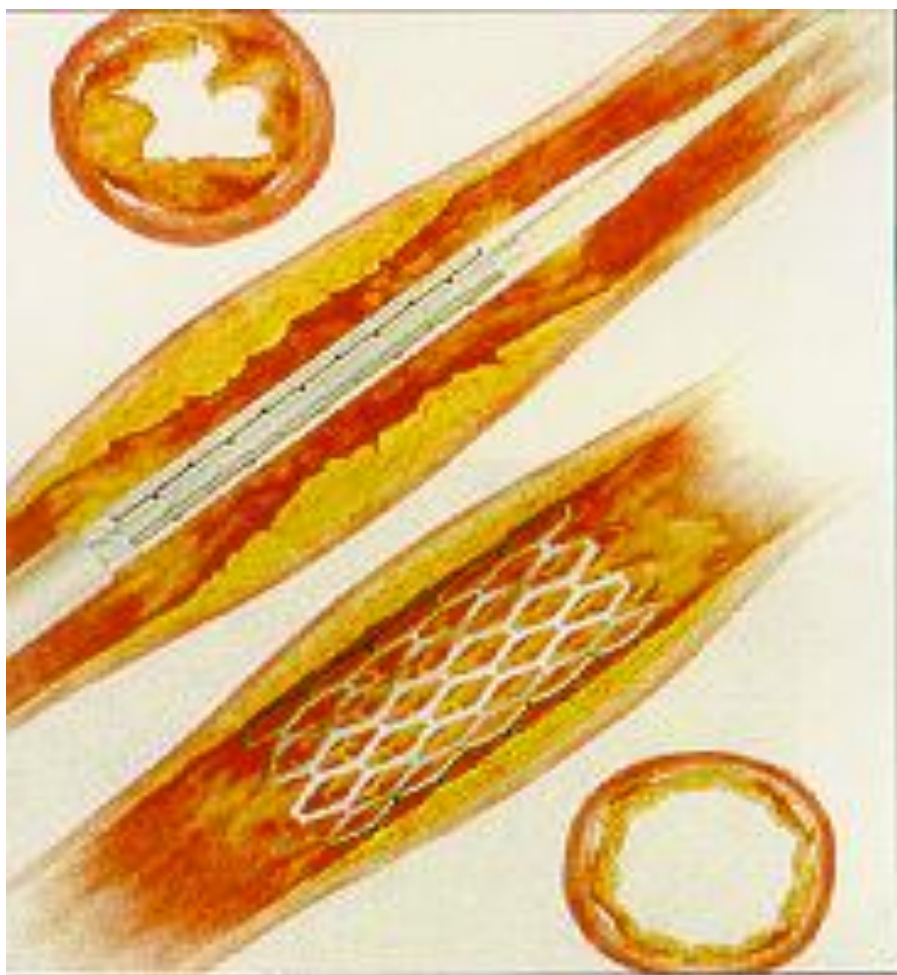


Stenty vyřezávané laserem

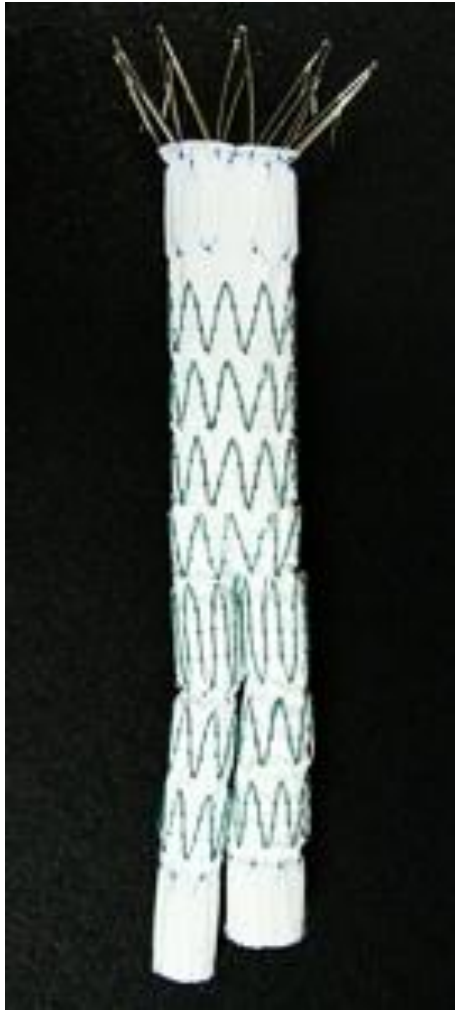


Galvanické leštění

VÝZTUŽE - STENTY



POTAHOVANÉ VÝZTUŽE - STENTGRAFTY

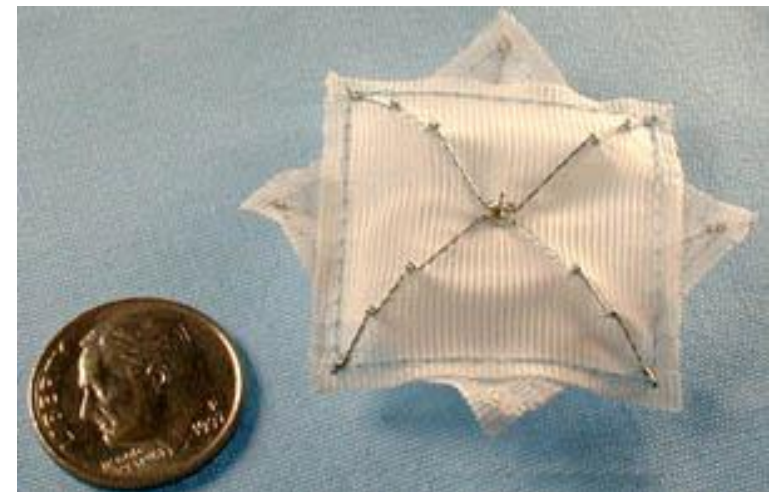
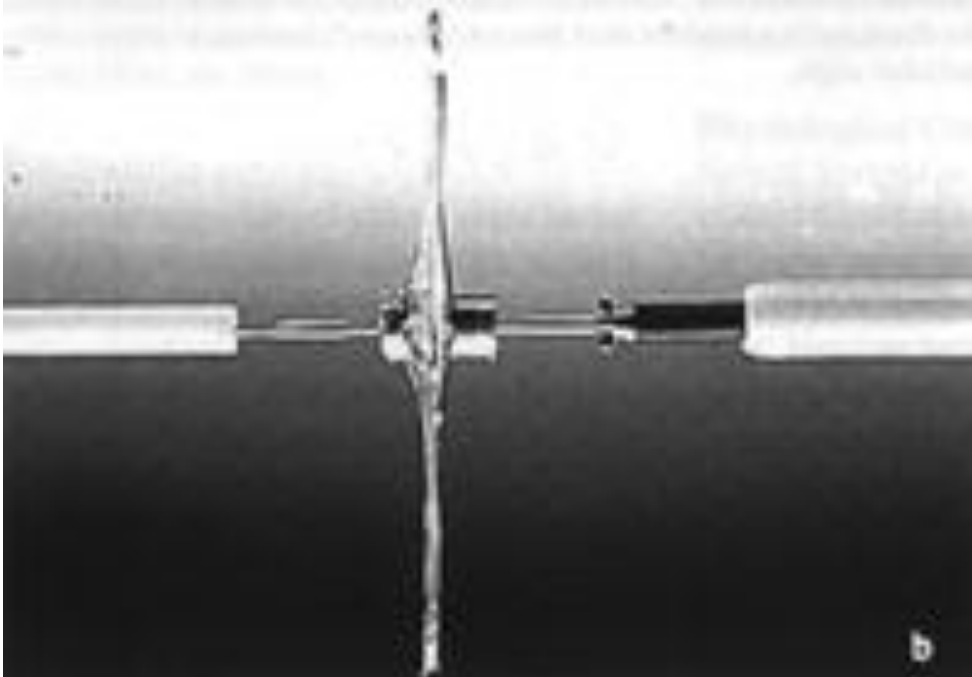


překlenutí výdutí

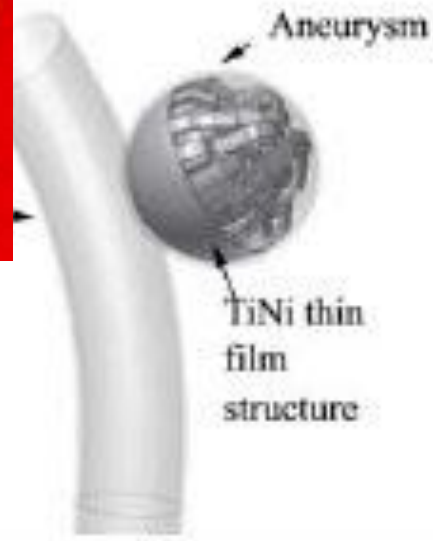
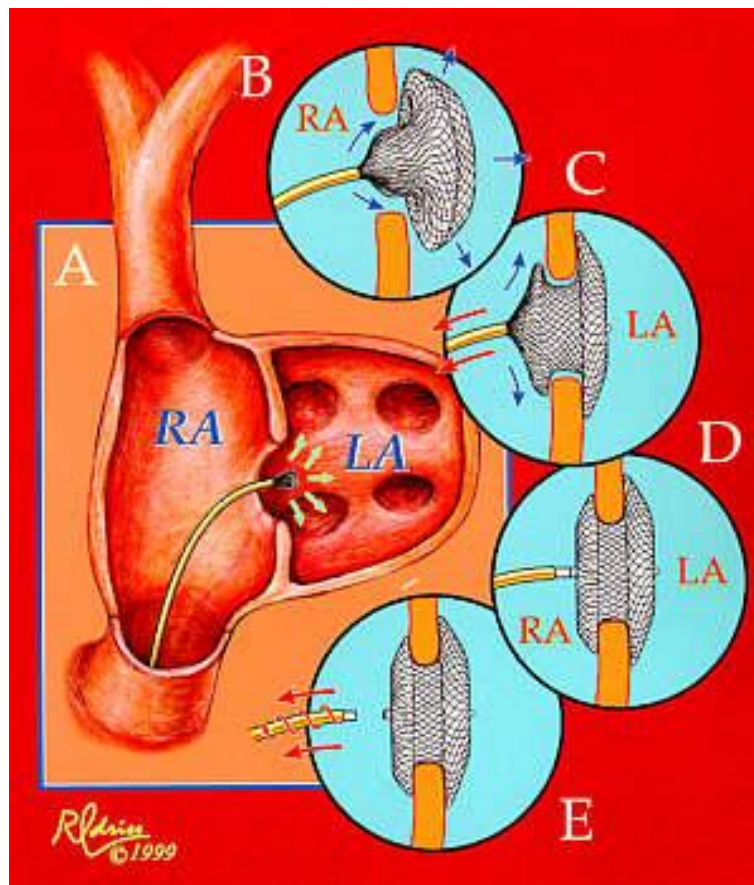
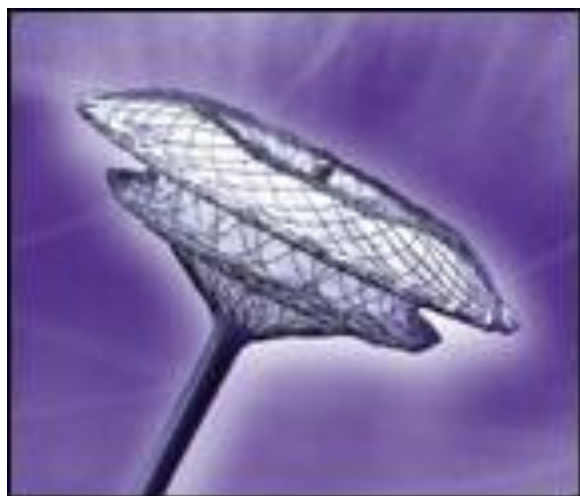
POTAHOVANÉ VÝZTUŽE - STENTGRAFTY



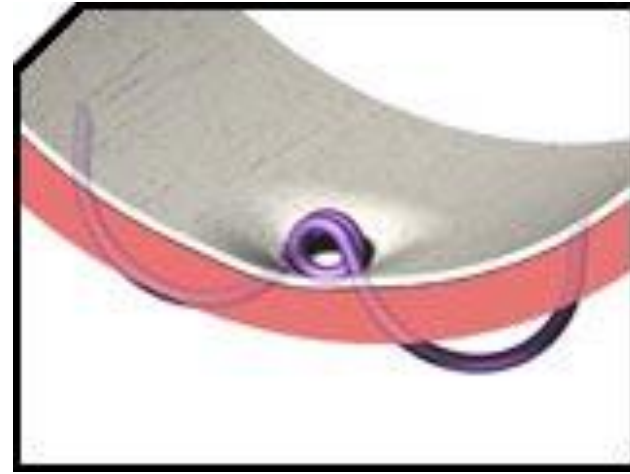
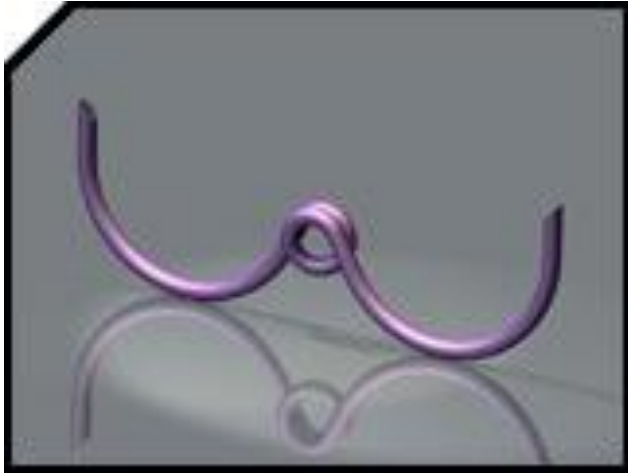
**„Záplata“ pro miniinvazivní zacelení
otvoru v srdečním septu**



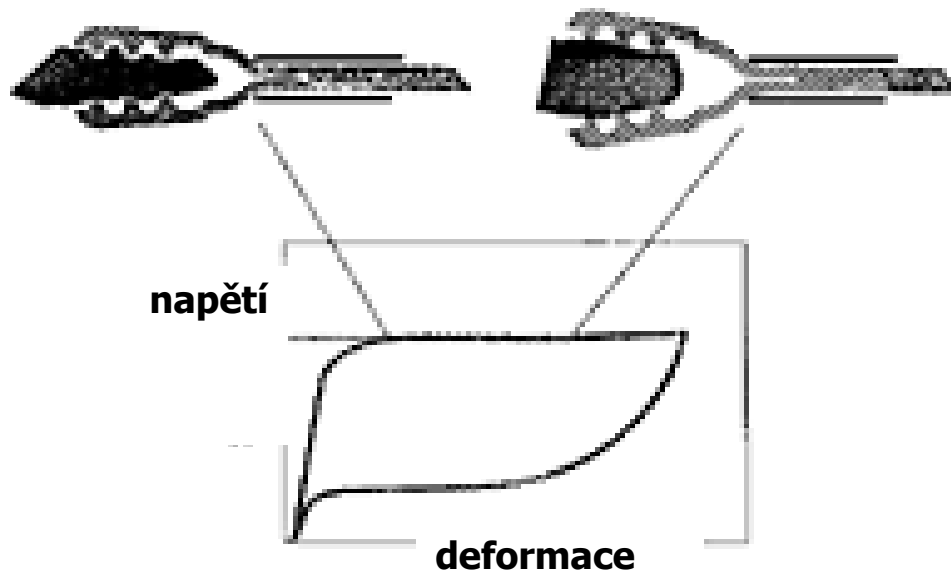
„Ucpávky“ do otvorů a výdutí



Nitinolová svorka – fixace cévních výztuží



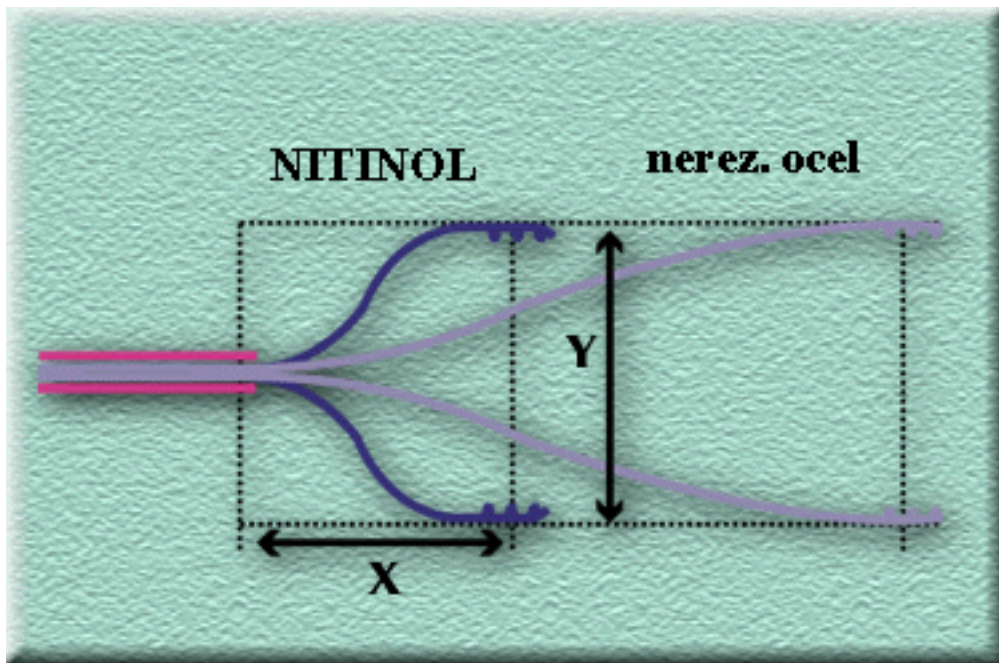
Nástroje pro endoskopii



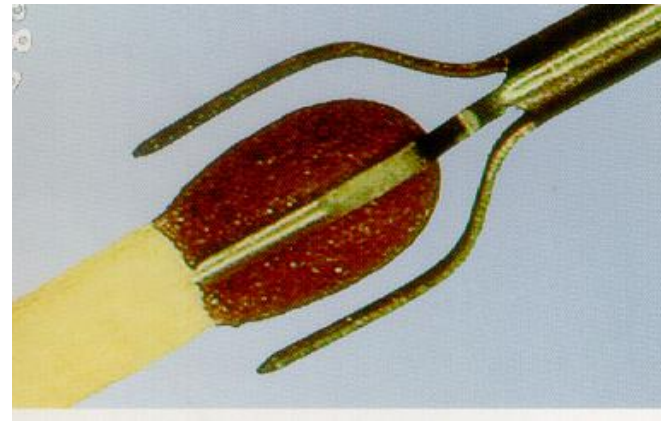
stálá tlaková síla ve všech
pracovních polohách

minimální „pracovní stopa“

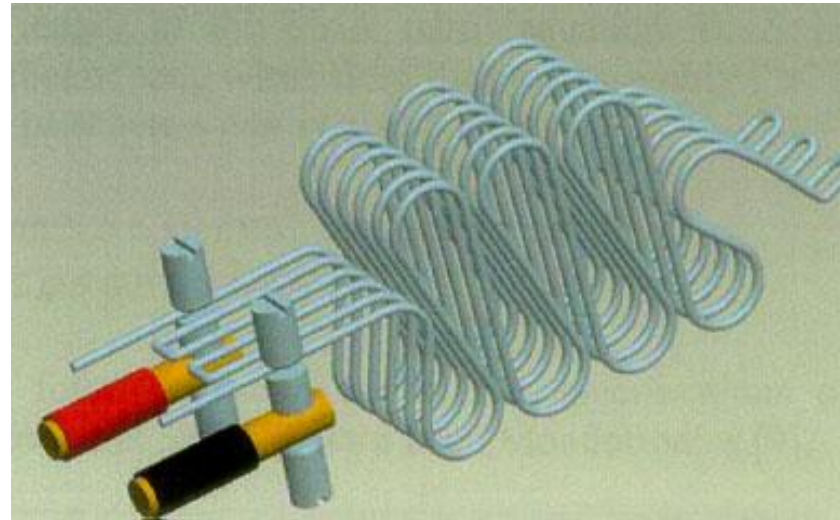
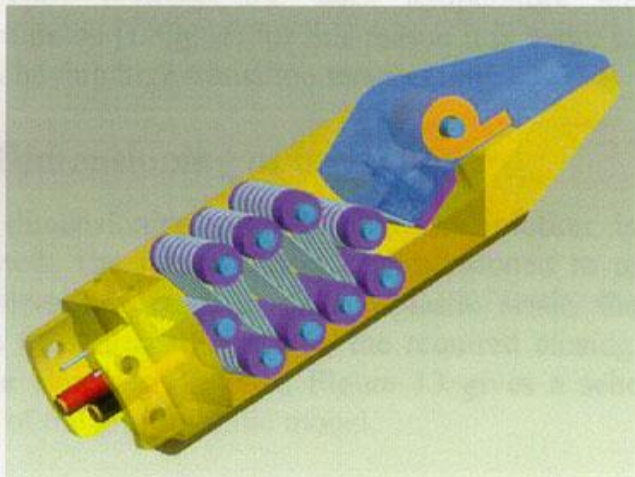
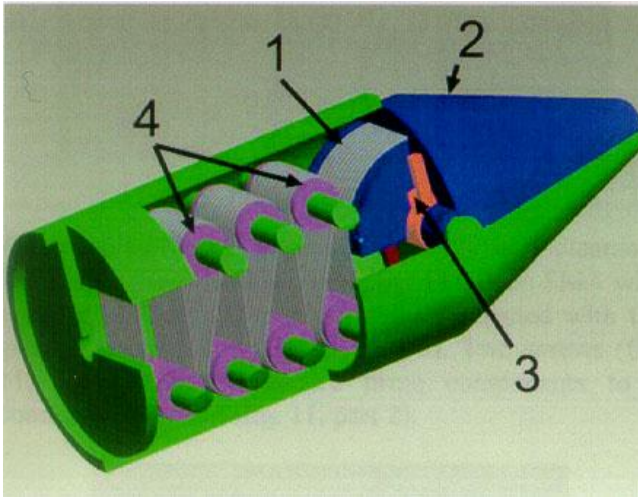
minimum mechanických částí
(zdrojů poruchy)



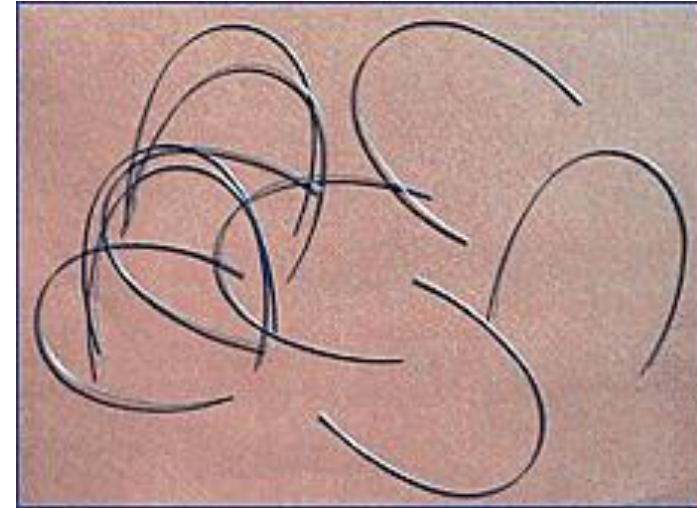
Nástroje pro endoskopii



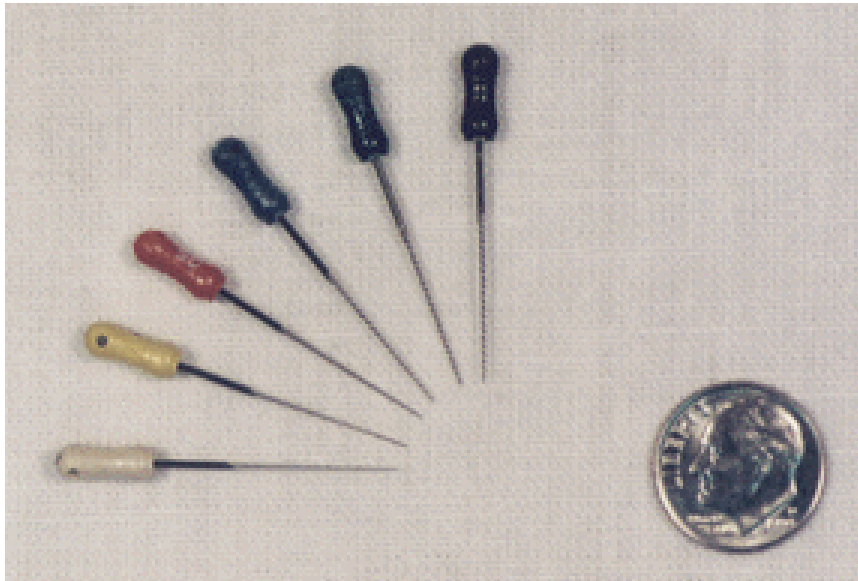
Manipulátory pro miniinvazivní chirurgii



Stomatologie



Ortodontické drátky

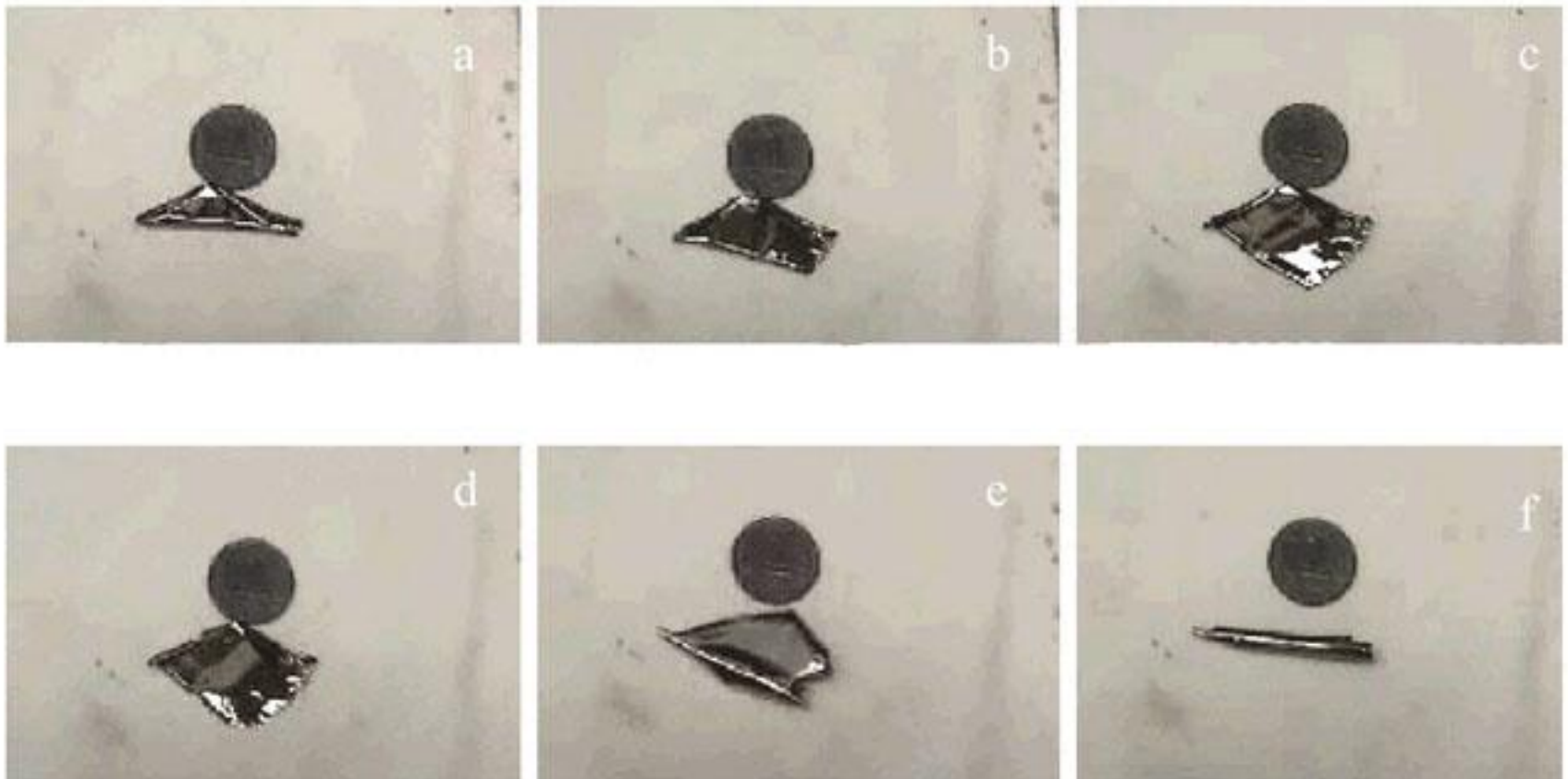


Endodontické nástroje

Technologická novinka - nitinolové fólie a membrány

Tloušťka vrstvy (1 – 80 μm)

Velikost otvorů (min. 50 μm)

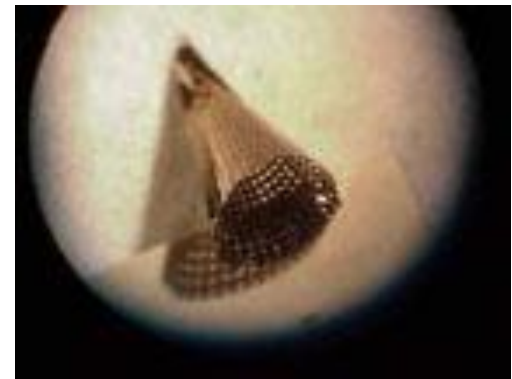
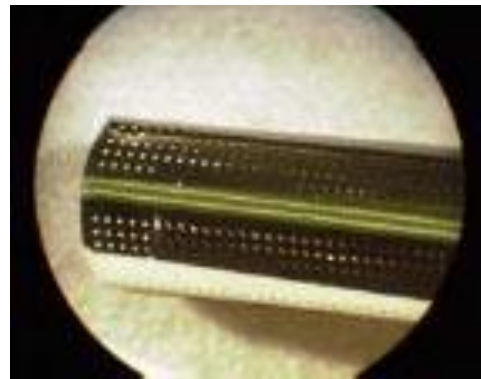
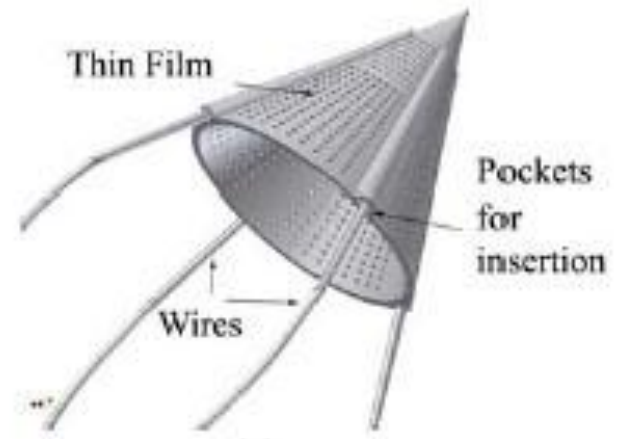


Nitinolové membrány

115 micron pore

340 micron pore





Využití nitinolových fólií

Thin Film eNitinol™ Membrane Perc Valve™

Heart Valve

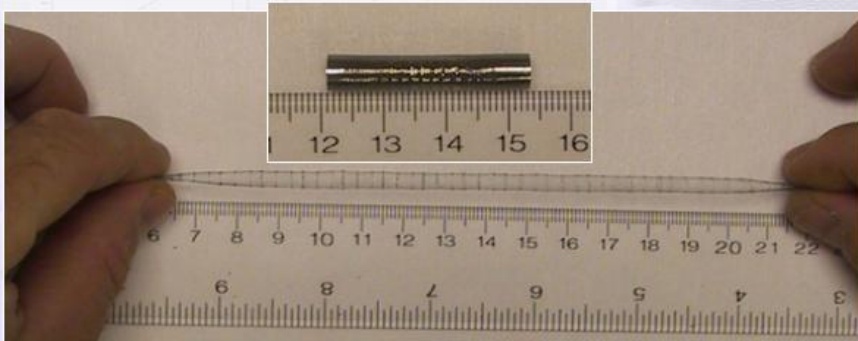
Venous Valve



Thin Wall Nitinol Angioplasty Balloons



eNitinol™ Membranes

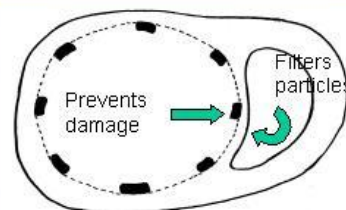


Expandable Nitinol Membranes... The Replacement for Polymeric Graft Materials



Concept: Limit wall damage & particle filter

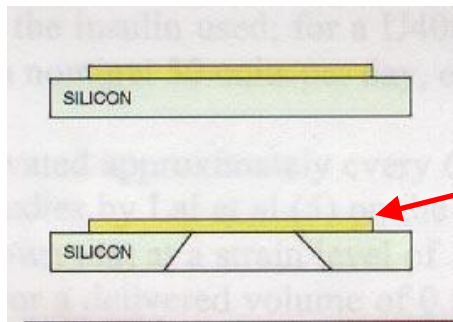
Degenerated SVG Friable Plaque



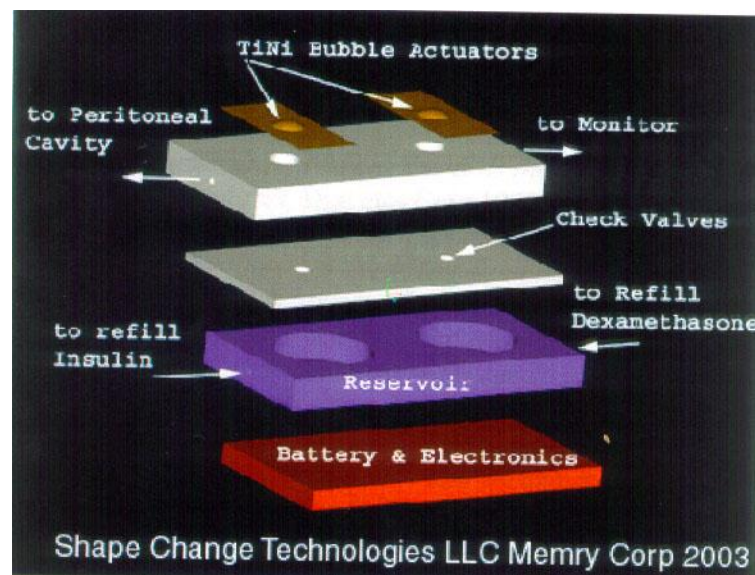
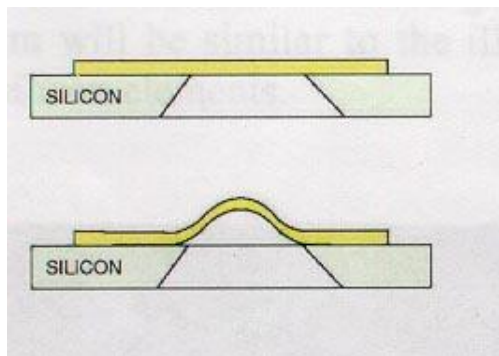
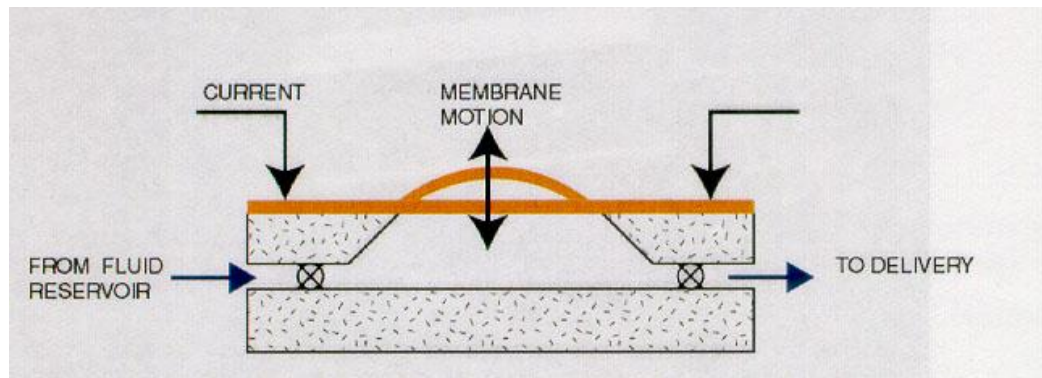
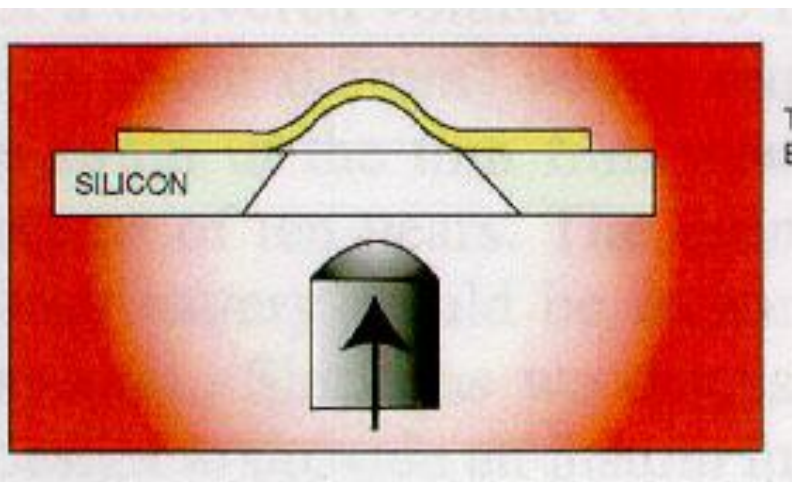
Thin Film eNitinol™ Membrane Covered Stent explanted human CABG



„Umělá slinivka břišní“ – miniaturní implantabilní inzulinová pumpa

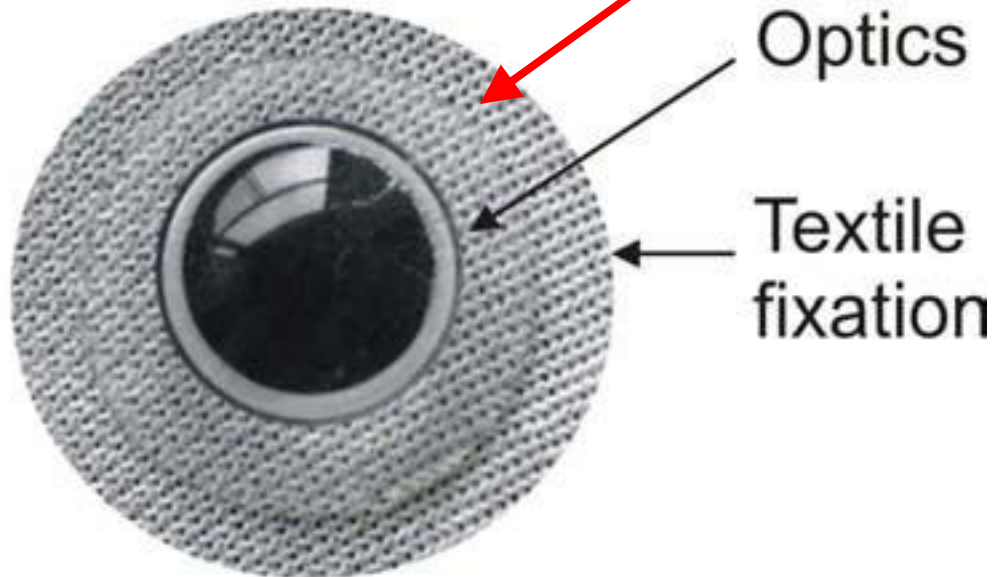


NiTi fólie

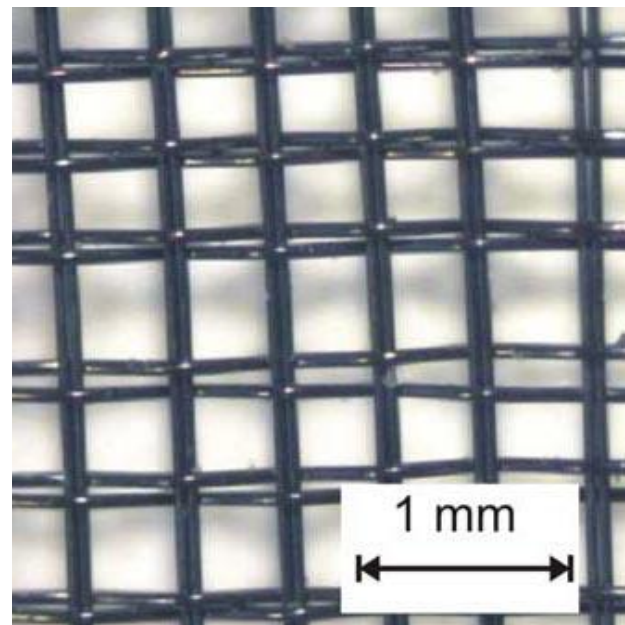


Textilie z Nitinolu

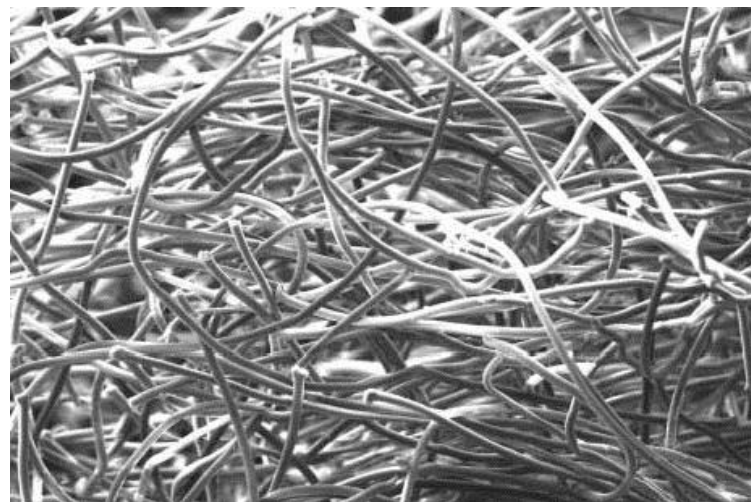
Náhrada rohovky



tkaná



netkaná



Další aplikace



Děkuji za pozornost



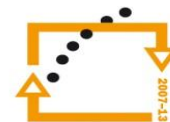
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdelávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ